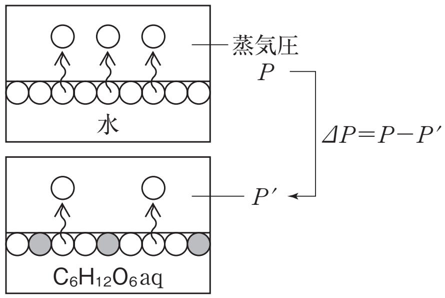
第27講

2　希薄溶液の性質

通常，溶液を捉えていくとき，溶けている溶質の粒子間にはたらく力は考えていない。それは希薄溶液であり，溶質粒子間の距離が大きいからである。
よって希薄溶液は溶質粒子の種類に関係なく，粒子数(濃度)のみに左右される性質(溶液の束一性)をもつ。そのため，問題を解くときには，電解質や二量体などに注意が必要である。

⑴　蒸気圧降下

溶媒に不揮発性の溶質を溶かして溶液にすると，溶媒のみのときに比べて蒸気圧が降下する。降下する度合い($\varDelta P$)は濃度※に比例する。
※温度が変化すると液体の体積は変化してしまうため，濃度も変化してしまう。よって温度変化をみていくこの単元は，溶媒を質量で表記する質量モル濃度で表していく。



$$\varDelta P = \underset{定数}{K} \cdot \underset{質量モル濃度}{m}$$

$$\varDelta P = \underset{溶媒の蒸気圧}{P} \cdot \underset{定数}{x}$$

⑵　沸点上昇

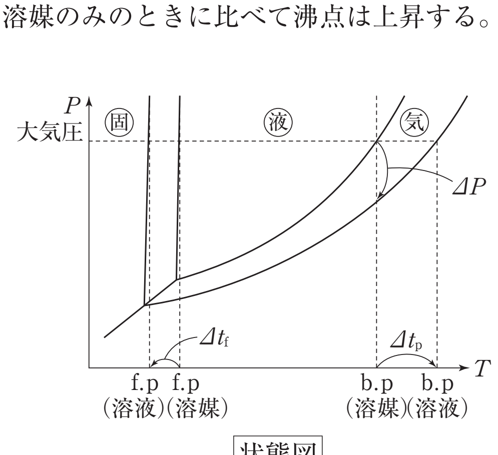
溶媒に不揮発性の溶質を溶かして溶液にすると，溶媒のみのときに比べて沸点は上昇する。上昇する度合い($\varDelta t_b$)は質量モル濃度に比例する。

$$\varDelta t_b = \underset{定数}{K} \cdot \underset{質量モル濃度}{m}$$

⑶　凝固点降下

溶媒に不揮発性の溶質を溶かして溶液にすると，溶媒のみのときに比べて凝固点は降下する。降下する度合い($\varDelta t_f$)は質量モル濃度に比例する。

$$\varDelta t_f = \underset{定数}{K} \cdot \underset{質量モル濃度}{m}$$



状態図

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

例　下の各化合物について，同質量を同量の水に溶かしたとき，最も凝固点が高いものと，最も凝固点が低いものはどれか。ただし，(　)内の数値は分子量または式量を表す。

(1)　尿素　$CO(NH_2)_2$　(60)

(2)　硝酸ナトリウム　$NaNO_3$　(85)

(3)　硝酸カリウム　KNO_3　(101)

(4)　塩化カルシウム　$CaCl_2$　(110)

(5)　フルクトース　$C_6H_{12}O_6$　(180)

(6)　スクロース　$C_{12}H_{22}O_{11}$　(342)

解：高いもの(6)，低いもの(4)

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　演習問題

1　〔Ⅰ〕

問１　濃度が1.0×10^{-1} mol/kgのスクロース水溶液の凝固点は-0.185℃であった。

(1)　5.0×10^{-2} molのスクロースを500 gの水に溶かした溶液と，ある非電解質9.0 gを500 gの水に溶かした溶液を調製した。これら２つの溶液を合わせた水溶液の凝固点も-0.185℃であった。非電解質の分子量を求めよ。

(2)　5.0×10^{-2} molのスクロースを500 gの水に溶かした溶液と，5.0×10^{-2} molの食塩を500 gの水に溶かした溶液を調製した。これら２つの溶液を合わせた水溶液の凝固点降下度を有効数字２桁で求めよ。

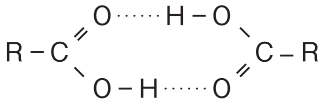
問２　濃度が1.0×10^{-3} mol/kgの酢酸水溶液と，同じ濃度のスクロース水溶液の凝固点降下度を測定したところ，酢酸水溶液の凝固点降下度とスクロース水溶液の凝固点降下度の比は1.15であった。

(1)　酢酸の電離平衡式を書け。

(2)　濃度が1.0×10^{-3} mol/kgの酢酸水溶液中の酢酸の電離度を有効数字２桁で求めよ。

〔Ⅱ〕　次の文章を読み，以下の問１～３に答えよ。

　一般に，溶液の凝固点は純溶媒のそれに比べて［ ア ］なる。この現象を凝固点降下といい，純溶媒と溶液との凝固点の差を凝固点降下度という。非電解質の希薄溶液の凝固点降下度は，［ イ ］の種類には無関係で，その質量モル濃度に［ ウ ］して変化する。溶質の濃度が１ mol/kgの溶液の凝固点降下度をモル凝固点降下といい，［ エ ］に固有の値になる。しかしながら，カルボン酸の場合は少し複雑になる。ベンゼン中のカルボン酸は一部が２分子の間で水素結合して二量体を形成している（右図）。この二量体は，あたかも１分子のような性質を示すので，凝固点降下度は小さくなり，見かけの分子量は大きくなる。



カルボン酸の二量体

問１　文章中の空欄［ ア ］～［ エ ］に適当な語句を入れよ。

問２　カルボン酸Ａ（分子量＝122）3.66 gをベンゼン100 gに溶かしたところ，その凝固点は4.25℃となった。カルボン酸Ａの見かけの分子量を計算し，整数で答えよ。ただし，ベンゼンの凝固点は5.53℃，モル凝固点降下の値は5.12（K･kg/mol）である。また，カルボン酸Ａの電離は無視できるものとする。

問３　問２の実験結果から，カルボン酸Ａはベンゼン中で何％が二量体を形成しているか。有効数字２桁で答えよ。

ⓒRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　確認テスト

1　沸点上昇に関する問１～問３に答えなさい。ただし，電解質は水溶液中ですべて電離するものとする。

問１　不揮発性の非電解質の希薄溶液の質量モル濃度をm(mol/kg)，沸点上昇度をΔt(K)，モル沸点上昇をK_bとすると，m，Δt，K_bの間には［A］の関係が成り立つ。［A］にあてはまる式を㋐～㋓から選びなさい。

㋐　$\Delta t = K_b \times m$　　㋑　$K_b = \Delta t \times m$　　㋒　$m = \Delta t \times K_b$　　㋓　$\Delta t = K_b \times m^2$

問２　水100gにグルコース$C_6H_{12}O_6$ 1.80gを溶かしたとき，大気圧下における沸点が0.0515K上昇した。(1)～(3)に答えなさい。ただし，原子量はH＝1，C＝12，N＝14，O＝16，Na＝23，S＝32とする。また，すべての操作は大気圧下で行ったものとし，大気圧は1.013×10^5Paとする。

(1)　水1000gに尿素$CO(NH_2)_2$ 3.00gを溶かすと，沸点は何K上昇するか。最も近い値を㋐～㋓から選びなさい。

㋐　0.0258　　㋑　0.0515　　㋒　0.103　　㋓　0.155

(2)　水500gに硫酸ナトリウム7.10gを溶かすと，沸点は何K上昇するか。最も近い値を㋐～㋓から選びなさい。

㋐　0.0258　　㋑　0.0515　　㋒　0.103　　㋓　0.155

(3)　水100gに分子量のわからない不揮発性の非電解質4.00gを溶かしたとき，沸点は0.103K上昇した。この物質の分子量はいくらか。最も近い値を㋐～㋓から選びなさい。

㋐　50　　㋑　100　　㋒　150　　㋓　200

問３　次のa～eについて，(1)と(2)の組み合わせとして適切なものを選びなさい。

a　水　　b　0.1mol/kg塩化ナトリウム水溶液
c　0.1mol/kg塩化マグネシウム水溶液
d　0.1mol/kg尿素水溶液
e　0.1mol/kgスクロース水溶液

(1)　同温での蒸気圧が最も大きいもの
(2)　同圧下での沸点が最も高いもの

	(1)	(2)
㋐	a	c
㋑	a	e
㋒	c	a
㋓	d	b

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　演習問題

1

〔Ⅰ〕 問１ ⑴ 180

⑵ 0.28℃

問２ ⑴ $CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$

⑵ 0.15

〔Ⅱ〕 問１ ア　低く　　イ　溶質　　ウ　比例　　エ　溶媒

問２ 146

問３ 33％

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　確認テスト

1　問１　㋐　　問２　(1)　㋐　　(2)　㋓　　(3)　㋓　　問３　㋐

【解説】

問１　沸点上昇度は溶液の質量モル濃度に比例する。

問２　$0.0515 = K_b \times \dfrac{\dfrac{1.80}{180}}{\dfrac{100}{1000}}$　より，$K_b = 0.515\,\mathrm{K \cdot Kg/mol}$

(1)　$0.515 \times \dfrac{\dfrac{3}{60}}{\dfrac{1000}{1000}} = \boxed{0.02575}\,(\mathrm{K})$

(2)　$0.515 \times \dfrac{7.10}{142} \times \dfrac{3}{\dfrac{500}{1000}} = \boxed{0.155}\,(\mathrm{K})$

(3)　$0.515 \times \dfrac{\dfrac{4.00}{M}}{\dfrac{100}{1000}} = 0.103$　より，$M = \boxed{200}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。